

Original document

SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT

Publication number: JP8335717

Publication date: 1996-12-17

Inventor: MATSUMOTO YUKIO

Applicant: ROHM CO LTD

Classification:

- international: **H01L33/00; H01L33/00**; (IPC1-7): H01L33/00

- european:

Application number: JP19950139656 19950606

Priority number(s): JP19950139656 19950606

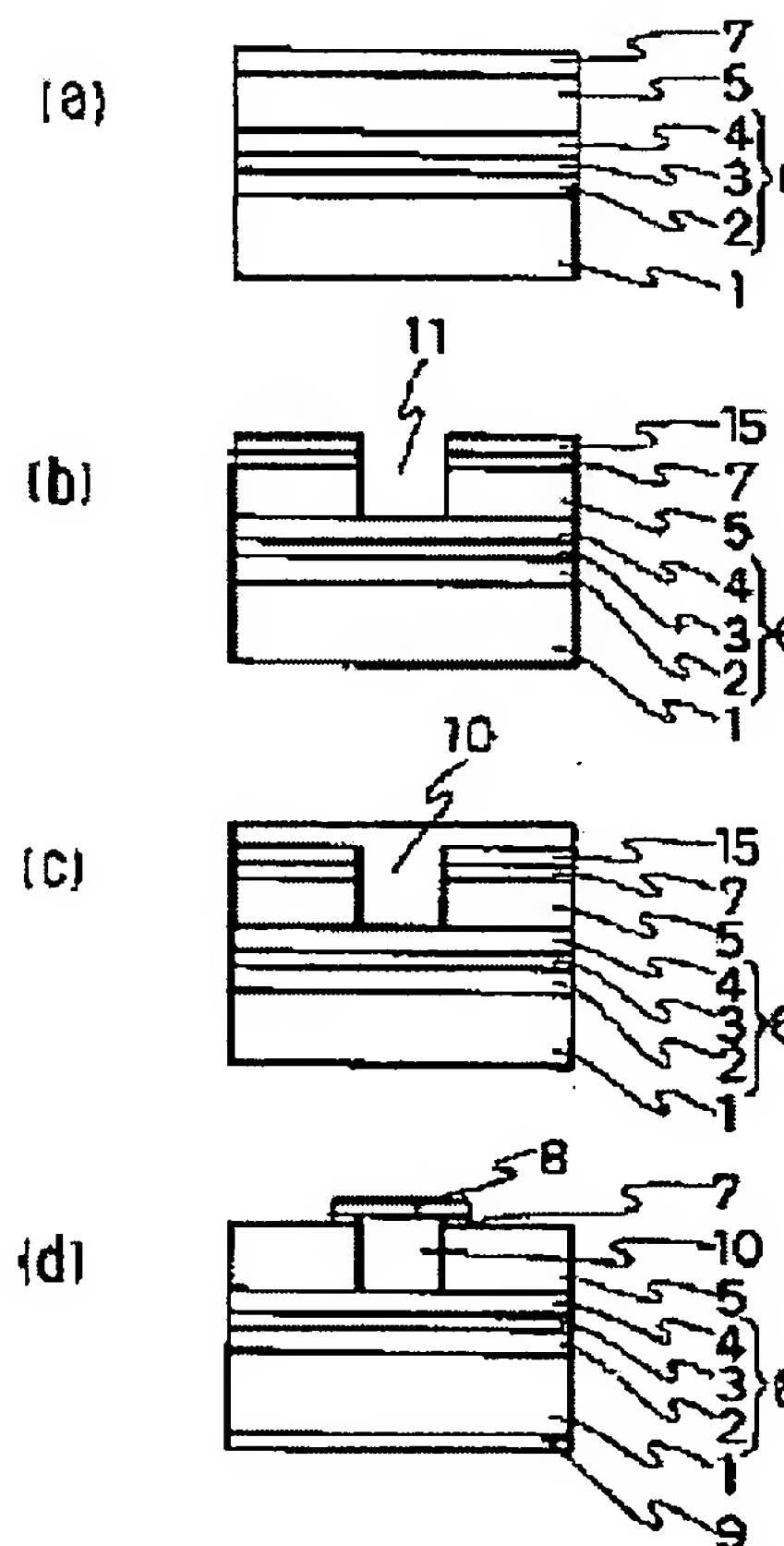
View INPADOC patent family

Report a data error here

Abstract of JP8335717

PURPOSE: To provide a semiconductor light emitting element, of which light emitting efficiency is improved by eliminating unnecessary light emission at the part where the light cannot be taken out to the outside without increasing the steps of epitaxial growth and taking out the emitted light to the outside efficiently.

CONSTITUTION: In a semiconductor light emitting element of which light emitting layer 6 and current diffusing layer 5 are formed on a semiconductor substrate 1, one electrode 8 is formed partially on the front surface of current diffusing layer side and the other electrode 9 is formed on the major part of the back surface of the semiconductor substrate, the current diffusing layer or the semiconductor substrate under the part of the electrode formed on the front surface of the current diffusing layer side is removed and electrically insulating material 10 is provided in a cavity or a removed part.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(51)Int.Cl.⁶識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
H 0 1 L 33/00 H 0 1 L 33/00 E

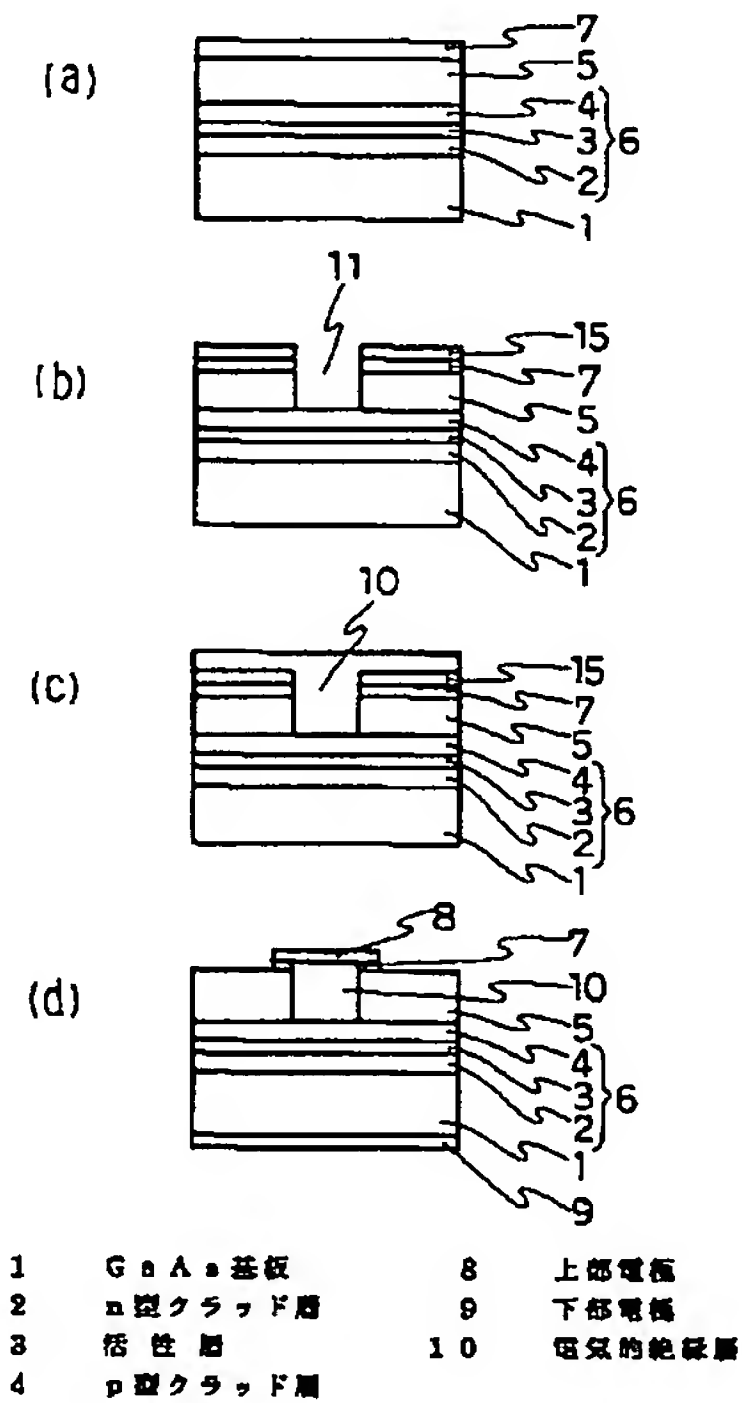
審査請求 未請求 請求項の数4 O L （全 6 頁）

(21)出願番号 特願平7-139656
(22)出願日 平成7年(1995)6月6日

(71)出願人 000116024
ローム株式会社
京都府京都市右京区西院溝崎町21番地
(72)発明者 松本 幸生
京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株
式会社内
(74)代理人 弁理士 河村 洌 （外2名）

(54)【発明の名称】 半導体発光素子

(57)【要約】
【目的】 エピタキシャル成長の工程数を増やすことなく、外部に光を取り出すことができない場所で発光させるムダをなくして、発光した光を外部に効率よく取り出し、発光効率を向上させた半導体発光素子を提供する。
【構成】 半導体基板1上に発光層6および電流拡散層5が少なくとも設けられ、該電流拡散層側の表面に一方の電極8が部分的に設けられ、前記半導体基板の裏面の少なくとも主要部に他方の電極9が設けられてなる半導体発光素子であって、前記電流拡散層側の表面に設けられた電極の一部の下側の部分の前記電流拡散層または前記半導体基板が除去され、空洞にされ、または該除去された部分に電氣的絶縁物10が充填されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板上に発光層および電流拡散層が少なくとも設けられ、該電流拡散層側の表面に一方の電極が部分的に設けられ、前記半導体基板の裏面の少なくとも主要部に他方の電極が設けられてなる半導体発光素子であって、前記電流拡散層側の表面に設けられた電極の一部の下側の部分の前記電流拡散層が除去され、該除去された部分に電氣的絶縁物が充填されてなる半導体発光素子。

【請求項2】 前記電流拡散層側に設けられた一方の電極が、前記電氣的絶縁物上に形成されたワイヤボンディング部と該ワイヤボンディング部から放射状に延びる電流供給用電極とからなる請求項1記載の半導体発光素子。

【請求項3】 半導体基板上に発光層および電流拡散層が少なくとも設けられ、該電流拡散層側の表面に一方の電極が部分的に設けられ、前記半導体基板の裏面の少なくとも主要部に他方の電極が設けられてなる半導体発光素子であって、前記電流拡散層側の表面に設けられた電極の少なくともワイヤボンディング部に対応する部分の前記半導体基板が除去されて空洞部が形成されてなる半導体発光素子。

【請求項4】 前記空洞部に電氣的絶縁物が充填されてなる請求項3記載の半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は発光効率を向上させた半導体発光素子に関する。さらに詳しくは、発光素子内の電流経路を効率よくすることにより発光効率を向上させた半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオード（以下、LEDという）の中でも活性層がn型クラッド層とp型クラッド層とで挟持され、活性層のバンドギャップエネルギーが両側のクラッド層のバンドギャップエネルギーより小さくなるように材料が選ばれたダブルヘテロ接合構造のLEDは高輝度であり、信号機や自動車のテールランプなどにも需要が拡大している。

【0003】このようなLEDにおいては、LEDチップの表面側から放射される光を利用するため、表面側に設けられる電極は小さく形成されるが、それでも電極の真下で発光し電極側に進んだ光は電極で反射されて有効に利用することができない。そのため、このようなムダな発光をなくしてさらに発光効率を高めるために、素子内部において、発光部と電極との相対的位置関係を調整して、外部への有効な光取出しを行える例が、たとえば、特開平4-229665号公報に記載されている。

【0004】このLEDは図4にその断面構造が示されるように、発光表面側の電極29と上部クラッド層24とのあいだの、該電極29の真下に上部クラッド層24

と異なる導電型の半導体層などからなる電流阻止層26が設けられている。この構造により、電極29と30とのあいだに形成される電流路は、電極29を出て下方に向かいながら電流拡散層27中を横に広がって電流阻止層26を避けて活性層23に至る。すなわち、この構造においては、上下クラッド層22、24およびこれらに挟まれた活性層23からなる発光層のうち電流が通過する部分で発生する光が上方に向かっても、その真上に金属膜で形成される電極29が存在していないため、これによって光が遮られるというムダが起こらない。そのため、前記発光層で発生する光は取出し効率がよく、輝度の向上をはかることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このような従来のLEDにおいては、（1）電流阻止層26をエッチングする工程が途中に挿入されるため、連続エピタキシャル成長工程が1工程余分に必要となり、（2）電流分布の広がり確保のために、電極29の大きさに比してある一定値以上に電流拡散層27を厚くする必要があり、いずれも、量産化、コストの低下、および製造時間の短縮を妨げる要因となる。とくに、MBE（分子線エピタキシ：Molecular Beam Epitaxy）法、MOVPE（有機金属気相エピタキシ：Metal Organic Vapor Phase Epitaxy）法などのエピタキシャル成長技術を用いると、厚い膜の成長に時間が多くかかる。

【0006】本発明はこのような問題を解決し、エピタキシャル成長工程の数を増やすことなく、外部に光を取り出すことができない場所で発光させるムダをなくして、発光した光を外部に効率よく取り出し発光効率を向上させた半導体発光素子を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1記載の半導体発光素子は、半導体基板上に発光層および電流拡散層が少なくとも設けられ、該電流拡散層側の表面に一方の電極が部分的に設けられ、前記半導体基板の裏面の少なくとも主要部に他方の電極が設けられてなる半導体発光素子であって、前記電流拡散層側の表面に設けられた電極の一部の下側の部分の前記電流拡散層が除去され、該除去された部分に電氣的絶縁物が充填されている。

【0008】前記電流拡散層側に設けられた一方の電極が、前記電氣的絶縁物上に形成されたワイヤボンディング部と該ワイヤボンディング部から放射状に延びる電流供給用電極とからなることが、ボンディングに必要な広い面積部分の下側は電氣的絶縁膜が充填されていて電流が流れず、電流が流れる場所の表面に設けられる電極はその面積が小さく、発光した光を効率よく外部に取り出すことができる。

【0009】また、請求項3記載の半導体発光素子は、半導体基板上に発光層および電流拡散層が少なくとも設

けられ、該電流拡散層側の表面に一方の電極が部分的に設けられ、前記半導体基板の裏面の少なくとも主要部に他方の電極が設けられてなる半導体発光素子であって、前記電流拡散層側の表面に設けられた電極の少なくともワイヤボンディング部に対応する部分の前記半導体基板が除去されて空洞部が形成されている。

【0010】前記空洞部に電氣的絶縁物が充填されることが、発光層の成分のAlが空気中に露出することがなく、信頼性の点から好ましい。

【0011】

【作用】本発明の半導体発光素子によれば、上部の表面側に設けられた電極の一部、たとえばワイヤボンディング部分に対応する部分の電流拡散層または半導体基板が部分的に除去されて空洞にされるか、または電氣的絶縁物が充填されているため、発光層で発光した光を遮断する電極の大部分の真下では電流が流れない。そこで電流は表面側電極の外周に向かって流れ、下部電極に向かう電流により発光層で発光する光が上方に向かってもその部分には電極が存在しないため、光は遮られることなく効率よく取り出される。その結果、電流に対する実際に利用できる光の割合である発光効率の向上を図ることができる。

【0012】なお、上部電極の下側に形成される空洞または絶縁物層は電流拡散層側に設けられても半導体基板側に設けられても上部電極の真下の発光層に電流が流れないで迂回してその周囲の発光層の部分の流れ、前述のように、電極に遮られることなく発光層で発光した光が有効に外部に取り出される。

【0013】

【実施例】つぎに、図面を参照しながら本発明の半導体発光素子について説明する。

【0014】実施例1

図1は本発明の半導体発光素子の一実施例であるLEDの製造工程を示す断面説明図、図2はその上部電極の構造例を示す図である。

【0015】本実施例のLEDは図1(d)に示されるように、たとえば $200\mu\text{m}$ 程度の厚さのn型GaAs基板1上にセレン(以下、Seという)などがドーパされた $\text{In}_{0.49}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.51}\text{P}$ ($0.5 \leq x \leq 1.0$ 、たとえば $x=0.7$)からなるn型クラッド層2が $0.5 \sim 0.8\mu\text{m}$ 程度、ノンドープの $\text{In}_{0.49}(\text{Ga}_{1-y}\text{Al}_y)_{0.51}\text{P}$ ($0 \leq y \leq 0.4$ 、 $y < x$ 、たとえば $y=0.3$)からなる活性層が $0.4 \sim 0.6\mu\text{m}$ 程度、亜鉛(以下、Znという)などがドーパされた $\text{In}_{0.49}(\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x)_{0.51}\text{P}$ からなるp型クラッド層4が $0.5 \sim 1.2\mu\text{m}$ 程度、Znを $1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 程度にドーパしたAlGaAsからなる電流拡散層5が $5\mu\text{m}$ 程度、Znを $1 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ 程度にドーパしたGaAsからなるコンタクト層7が $0.4 \sim 0.6\mu\text{m}$ 程度それぞれ積層され、電流拡散層5の

中心部に電氣的絶縁層10が充填され、その表面にTi-Au合金などからなる上部(p側)電極8が設けられ、半導体基板1の裏面側にはAu-Ge-Ni合金などからなる下部(n側)電極9が設けられることによりLEDのチップが形成される。なお、コンタクト層7は上部電極8と同様にパターニングされて上部電極8の存在しない部分にはコンタクト層7が残存しないようにされている。

【0016】本実施例のLEDは上部電極8の下側の部分の電流拡散層5が除去され、絶縁物が充填されて電氣的絶縁層10が形成されていることに特徴がある。その結果、上部電極8から下部電極9に向かう電流は電氣的絶縁層10を流れることができないため、その周辺を迂回して流れる。そのため、n型クラッド層2、活性層3およびp型クラッド層4からなる発光層6の部分の流れる電流は上部電極8の真下ではなくその周囲になる。したがって発光層6を電流が流れて光が上方に発せられたばあい、電極などの障害がなく、効率よく光が取り出される。

【0017】電氣的絶縁層10としては、たとえばポリイミド、エポキシなどの樹脂や、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜などの無機絶縁膜などを用いることができ、リフトオフ法などによりエッチングして形成された空洞内のみに絶縁物を充填して形成される。

【0018】前述のように、上部電極8から流れる電流は電氣的絶縁層10の周囲を流れる。そのため、上部電極8は図2(c)に示されるように、たとえば電氣的絶縁層10の表面形状と同じ円形(円形には限定されない)にするばあい、電氣的絶縁層10の外周にも延びるように設けられる必要がある。すなわち、電氣的絶縁層10上の上部電極8は金線などをワイヤボンディングするためのボンディング用電極として機能する。

【0019】さらに図2(a)~(b)に示されるように、円形の上部電極8からさらに放射状に延びた電流供給用電極8aを設けることにより、LEDチップの全体に電流を拡散することができて好ましい。電流供給用電極8aの形状はとくに限定されず、チップ面積内に広く延びていることが好ましい。しかしその面積が大きくなると表面に向かった光が遮られて発光効率が低下するため、できるだけ細く形成されることが好ましい。この電極形状は、電極用金属膜をチップの表面全面に蒸着などにより設け、エッチングしてパターニングすることにより、どんな形状でも容易に形成できる。この電極のパターニングの際に電極とオーミックコンタクトをうるために前述のコンタクト層7を設けるばあいには、そのコンタクト層7も電極と一緒にパターニングし、電極のエッチングされる部分のコンタクト層7もエッチングして除去することが、光を吸収しないために好ましい。

【0020】つぎに、本実施例のLEDの製法について説明する。

【0021】まず、図1(a)に示されるように、n型GaAs基板1上に、たとえばMOCVD法によりIn_{0.49}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.51}Pからなるn型クラッド層2を0.5~0.8μm程度、In_{0.49}(Ga_{1-y}Al_y)_{0.51}Pからなる活性層3を0.4~0.6μm程度、In_{0.49}(Ga_{1-x}Al_x)_{0.51}Pからなるp型クラッド層4を0.5~0.7μm程度、ZnがドーパされたAlGaAsからなる電流拡散層5を5μm程度それぞれ積層する。コンタクト層7を設けるばあいはさらにこの上に続けてp型GaAsからなるコンタクト層7を0.5μm程度設ける。

【0022】つぎに図1(b)に示されるように、表面にレジスト膜15を塗布し、露光、現像により上部電極8を設ける部分の電流拡散層5に空洞11を設ける。この空洞11はレジスト膜15をマスクとして硫酸系などのエッチング液によりエッチングすることにより、p型クラッド層4はエッチングされないうで、電流拡散層5のみがエッチングされる。なお、電流拡散層5の部分を完全に除去してp型クラッド層4を露出させなくても、電流拡散層5の一部が残存していても構わない。

【0023】つぎに、図1(c)に示されるように、パターニングされたレジスト膜15を残したまま、たとえばCVD法により酸化シリコンまたはチタ化シリコンなどからなる絶縁膜を堆積させる。つぎに、レジスト膜15を除去することにより上部電極8を設ける場所以外の絶縁膜を除去する。ついで上部電極8および下部電極9を設けることにより、図1(d)に示されるような電氣的絶縁層10が空洞11に充填された本実施例のLEDのチップがえられる。

【0024】実施例2

図3は本発明の半導体発光素子の第2の実施例であるLEDの断面説明図である。

【0025】本実施例2では、電流拡散層5に空洞を形成して絶縁物を充填するのではなく、半導体基板であるn型GaAs基板1に空洞部13が形成されていることに特徴がある。他の各半導体層の構造は実施例1と同じである。

【0026】本実施例2ではn型GaAs基板1の上部電極8に対応する部分に空洞部13が形成されているため、上部電極8から下部電極9に向かう電流はGaAs基板1の空洞部13を避けて周囲に広がり、実施例1と同様に上部電極8の真下以外のところで発光し、上部に向かった光が上部電極8に遮られることなく、有効に取り出される。

【0027】本実施例2においても上部電極8は中心部のボンディング用電極以外の電流供給用電極としては実施例1の図2に示されたように細い放射状部を設けることにより電流拡散の効果が大きく、発光効率が向上する。

【0028】本実施例2においては実施例1と異なり、

GaAs基板1に設けられた空洞部13の部分には電極が設けられる必要がないため、空洞部13のままで何ら問題ない。しかし実施例1と同様に電氣的絶縁物を空洞部13に充填してもよい。空洞部13に電氣的絶縁物を充填することにより、Alを含有するn型クラッド層2が空气中に露出することがなく、酸素と化合しないため、信頼性を向上させる効果がある。

【0029】本実施例2のLEDを製造するには、まず図3(a)に示されるように、実施例1と同様にn型のGaAs基板1上にn型クラッド層2、活性層3、p型クラッド層4、電流拡散層5、コンタクト層7を順次MOCVD法により積層する。ついで、図3(b)に示されるように、レジスト膜15によりマスクをして硫酸系のようなエッチング液を用いてGaAs基板1をエッチングすると、n型クラッド層2はエッチングされず、GaAs基板1のみを選択的にエッチングすることができる。このばあいも、GaAs基板1を完全にエッチングしてn型クラッド層2を露出させる必要はなく、むしろGaAs基板1の一部を残存させた方がn型クラッド層2を空气中に露出させなくてよいため、好ましい。

【0030】つぎに、実施例1と同様に酸化シリコンまたはチタ化シリコンをCVD法などにより堆積し、図3(c)に示されるように、空洞部13内に絶縁物を充填し、電氣的絶縁層14とする。そののち表面側にTi-Au合金などからなる上部電極8、GaAs基板1の裏面にもAu-Ge-Ni合金などからなる下部電極9を設ける。上部電極8は実施例1と同様にできるだけ面積が小さくなるようにパターニングし、必要に応じて図2に示されるような形状にする。下部電極9は、GaAs基板1に設けられた空洞部13または電氣的絶縁層14には電極を形成する必要がないが、電氣的絶縁層14によりGaAs基板1の裏面が平坦になっており下部電極9が全面に形成されるばあいはそのまま残存させておいてもよい。

【0031】以上の各実施例ではInGaAlP系の化合物半導体の例で説明したが、GaAlAs系、その他の化合物半導体でも、またダブルヘテロ接合構造に限らずシングルヘテロ接合構造、ホモ接合構造のLEDについても同様に本発明を適用できることはいうまでもない。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、光取出し面側の上部電極の下側部分の電流拡散層または半導体基板を除去して空洞部を形成するか電氣的絶縁層を形成しているため、上部電極から下部電極への電流の経路は空洞部または電氣的絶縁層を迂回した経路となる。その結果、上部電極の真下での発光は起らず、発光部から上方に向かった光は効率よく取り出され、発光効率が大幅に向上する。

【0033】しかも本発明によれば空洞部の形成は半導体のエピタキシャル成長がすべて終わったのちに行える

ため、MOCVD法によるエピタキシャル成長工程を分断してエッチング工程などを入れる必要がなく、少ない工数で発光効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体発光素子の一実施例の製造工程を示す断面説明図である。

【図2】本発明の半導体発光素子の一実施例の上部電極の例の平面説明図である。

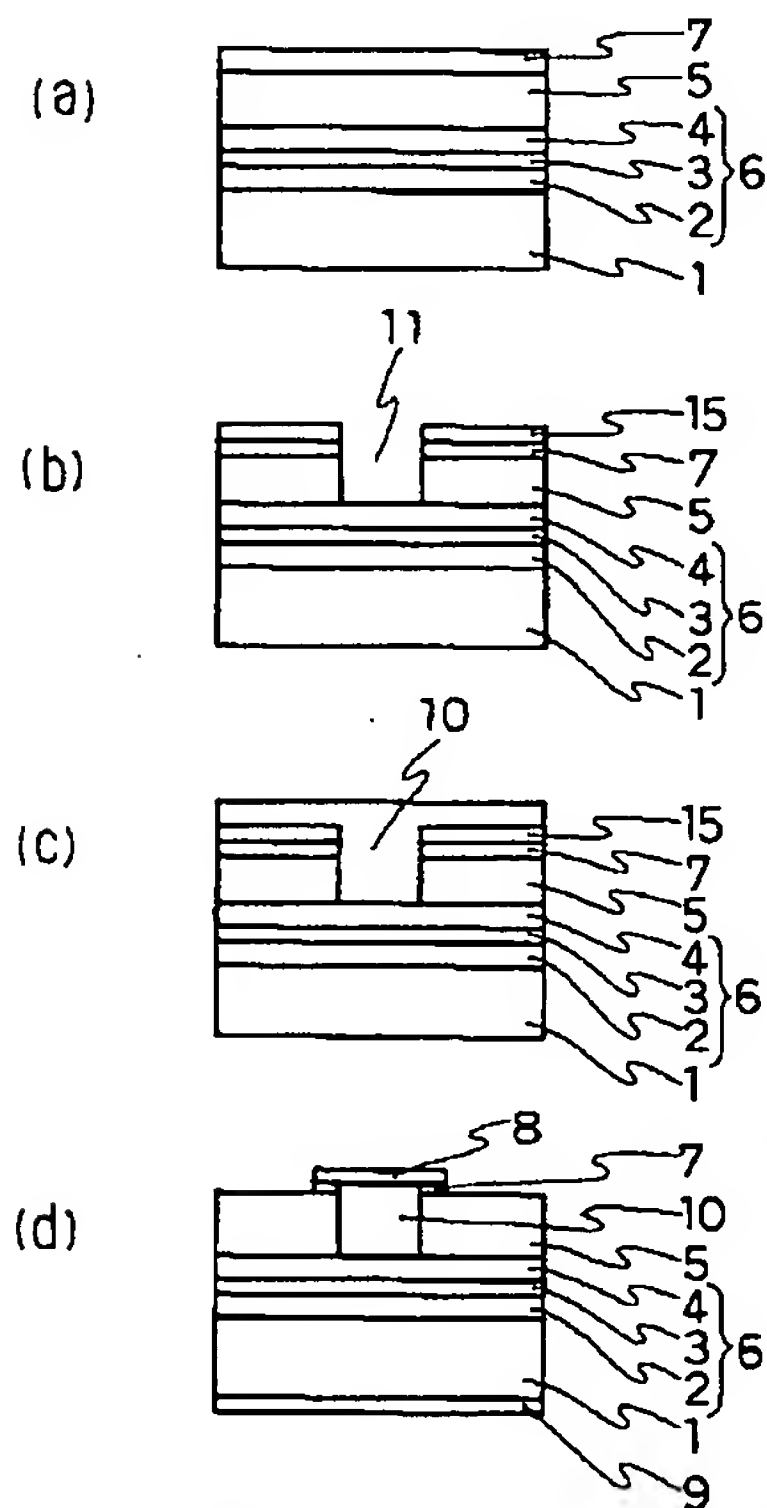
【図3】本発明の半導体発光素子の他の実施例の製造工程を示す断面説明図である。

【図4】従来の半導体発光素子の断面説明図である。

【符号の説明】

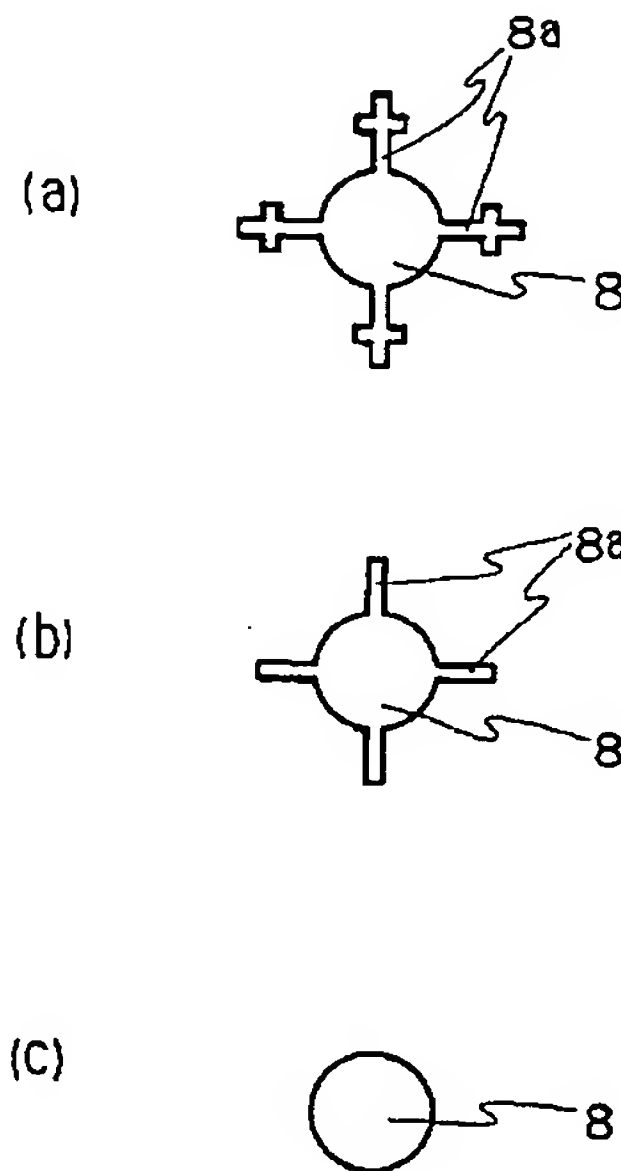
- 1 GaAs基板
- 2 n型クラッド層
- 3 活性層
- 4 p型クラッド層
- 8 上部電極
- 9 下部電極
- 10 電気的絶縁層
- 13 空洞部
- 10 14 電気的絶縁層

【図1】



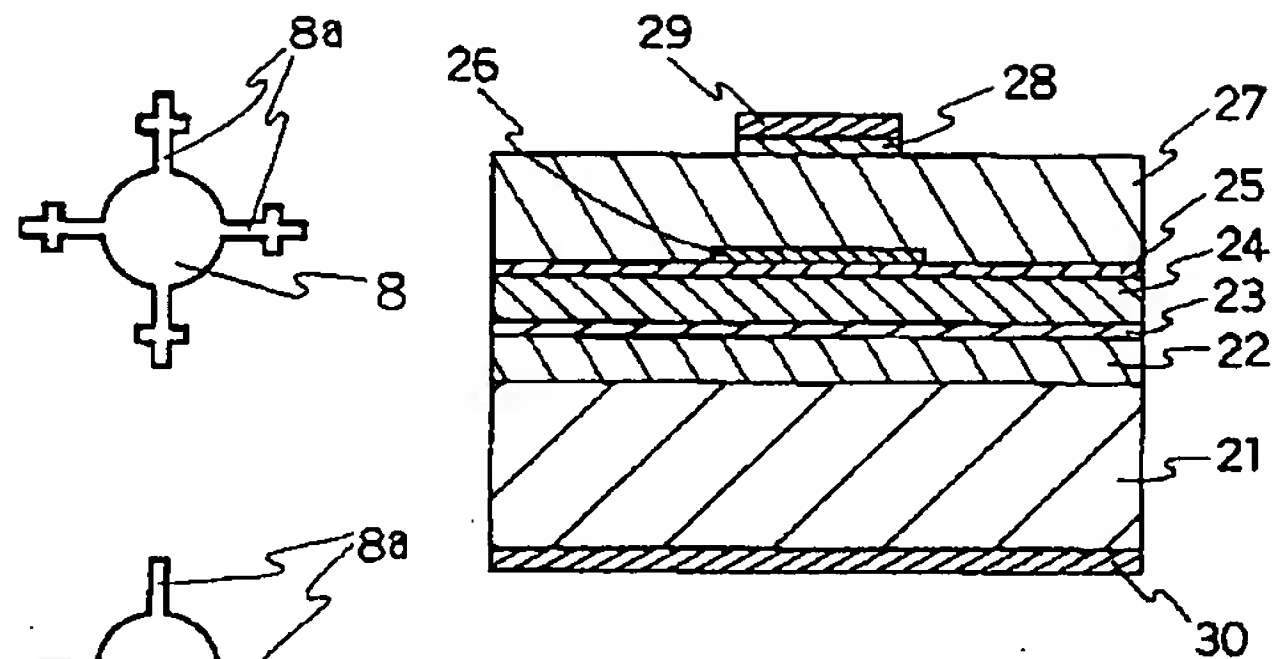
- 1 GaAs基板
- 2 n型クラッド層
- 3 活性層
- 4 p型クラッド層
- 8 上部電極
- 9 下部電極
- 10 電気的絶縁層

【図2】



- 8 上部電極

【図4】



【図3】

